



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 297 15 466 U 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H01 S 3/08
H 01 S 3/02

249/300 AK p.2

②1 Aktenzeichen:	297 15 466.4
②2 Anmeldetag:	28. 8. 97
④7 Eintragungstag:	23. 10. 97
④3 Bekanntmachung im Patentblatt:	4. 12. 97

DE 297 15 466 U 1

⑦3 Inhaber:
TUI Laser GmbH, 82166 Gräfelfing, DE

⑦4 Vertreter:
Münich und Kollegen, 80689 München

Rechercheantrag gem. § 7 Abs. 1 GbmG ist gestellt

⑤4 Resonatoranordnung für einen Laser

DE 297 15 466 U 1

28.08.97

Münich • Rösler
Anwaltskanzlei

Münich • Rösler, Anwaltskanzlei
Wilhelm-Mayr-Str. 11, D-80689 München

Telefon: (+49) (0)89 / 54 67 00-0
Telefax: (+49) (0)89 / 54 67 00-49, -99

An das
Deutsche Patentamt

80297 München

Patentanwälte /
European Patent & Trademark Attorneys

Dr. rer. nat. Wilhelm-L. Münich, Dipl.-Phys.
Uwe Th. Rösler, Dipl.-Phys.

28.08.97, Rö/Bi

Unser Zeichen: AHO 97/01 R

Neue deutsche Gebrauchsmusteranmeldung

TUI Laser GmbH,
Lochhamer Schlag 19, D-82166 Gräfelfing

Resonatorspiegelhaltevorrichtung für einen Laser mit einem laseraktivem Medium

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Resonatorspiegelhaltevorrichtung für einen Laser mit einem vorzugsweise gasförmigen laseraktivem Medium, das von einem Gehäuse umgeben ist und wenigstens in Strahlausbreitungsrichtung zwei in der Gehäusewand gegenüberliegende Öffnungen aufweist, durch die der Laserstrahl hindurchtritt und auf, jeweils einen, den Öffnungen außerhalb des Gehäuses nachgeordneten Resonatorspiegel auftrifft.

In der konstruktiven Auslegung von Resonatoren gilt es insbesondere darauf zu achten, daß die Anbringung der Resonatorspiegel derart erfolgt, daß trotz thermisch

bedingter Ausdehnungseffekte die relative Lage der Resonatorspiegel zueinander möglichst unbeeinflusst bleibt. Es ist eine Vielzahl von Lösungsvorschlägen bekannt, die sowohl intrakavitäre Spiegelanordnungen wie auch extrakavitäre Resonatorspiegelanordnungen betreffen.

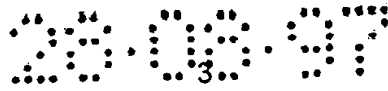
Im Falle von extrakavitär angebrachten Resonatorspiegeln sind beidseitig in Strahlrichtung im Resonatorgehäuse Durchgangsfenster angebracht, beispielsweise Brewster-Platten, die zur Abdichtung des laseraktiven Mediums innerhalb des Resonatorgehäuses gegenüber der äußeren Umgebung dienen. Diese Durchgangsfenster stellen im optischen Strahlengang mit Verlust behaftete optische Oberflächen dar, wodurch die Leistungseigenschaften des Lasersystems zu einem gewissen Grade beeinträchtigt wird.

Insbesondere bei Excimer-Lasern treten im Betrieb deutliche Gehäuseausdehnungseffekte auf, die bedingt sind durch die im Inneren des Gehäuses vorherrschenden Betriebsbedingungen, bei denen das laseraktive Gas unter einem hohen Druck von etwa 4 bar steht und eine typische Erwärmung von bis zu 100° C erfährt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Resonatorspiegel-Haltevorrichtung anzugeben, bei der die Resonatorspiegel hinsichtlich jeglicher Ausdehnungseffekte des Gehäuses entkoppelt sind und überdies keine verlustbehafteten Durchgangsfenster, wie sie bei extrakavitär angebrachten Resonatorspiegeln üblich sind, erforderlich sind.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Schutzanspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist eine Resonatorspiegel-Haltevorrichtung für einen Laser, vorzugsweise einen Excimer-Laser, mit einem laseraktiven Medium, das von einem Gehäuse umgeben ist und wenigstens in Strahlausbreitungsrichtung zwei in der Gehäusewandung gegenüberliegende Öffnungen aufweist, durch die der Laserstrahl hin-



durchtritt und auf, jeweils einen den Öffnungen außerhalb des Gehäuses nachgeordneten Resonatorspiegel auftritt, derart ausgebildet, daß eine das Gehäuse umgebende Rahmenkonstruktion vorgesehen ist, die weitgehend bewegungsinvariant am Gehäuse befestigt ist, daß die Resonatorspiegel auf gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses mit der Rahmenkonstruktion fest verbunden und vom Gehäuse beabstandet angeordnet sind, und daß zwischen den Öffnungen und dem jeweiligen Resonatorspiegel je ein Verbindungselement vorgesehen ist, das das Gehäuse gasdicht mit dem Resonatorspiegel ohne Übertragung von Kraftmomenten verbindet.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, entkoppelt von jeglichen Ausdehnungseffekten des Resonatorgehäuses eine Rahmenkonstruktion um das Gehäuse anzubringen, an dem die Resonatorspiegel jeweils relativ zur Strahlausbreitungsrichtung angebracht sind. Durch entsprechende Beabstandung der Rahmenkonstruktion gegenüber dem Gehäuse ist es möglich, daß der Resonatorspiegel trotz möglichen Gehäuseausdehnungen relativ zum optischen Strahlengang einen gleichbleibenden Abstand aufweisen.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist überdies, daß anstelle der üblichen Verwendung von Durchgangsfenstern, die jeweils einseitig das, das aktive Lasermedium umschließende Gehäuse gasdicht abschließen, je ein Verbindungselement vorgesehen ist, das ohne Zwischenfenster die Öffnungen des Gehäuses gasdicht mit den Resonatorspiegeln verbindet.

Vorteilhaft ist hierbei, daß die Verbindungselemente über Radialdichtungen einerseits am Gehäuse, andererseits an der Rahmenkonstruktion am Ort des Resonatorspiegels befestigt sind. Die Radialdichtungen ermöglichen eine Kompensation der Gehäuseausdehnung längs zum Verbindungselement, ohne daß das Verbindungselement Kraftmomente auf die Rahmenkonstruktion respektive Resonatorspiegel überträgt.

Die Rahmenkonstruktion besteht im wesentlichen aus zwei parallel verlaufenden Längsstreben, die vorzugsweise aus Invar gefertigt sind und sind an ihren Enden

jeweils über Kopfverbindungsstreben miteinander verbunden, an denen jeweils die Resonatorspiegel angeordnet sind.

Die Rahmenkonstruktion ist an wenigstens zwei Fixierstellen mit dem Gehäuse derart verbunden, daß zwei am Gehäuse fest angebrachte Paßstifte durch jeweils in der Rahmenkonstruktion vorgesehene Durchgangsöffnungen verlaufen, so daß die Paßstifte relativ zu den Durchgangsöffnungen längsbeweglich gelagert sind. Auf diese Weise kann ausgeschlossen werden, daß kraftübertragende Momente aufgrund von Ausdehnungseffekten des Gehäuses auf die Rahmenkonstruktion übertragen werden.

Aus dem gleichen Grunde ist die Rahmenkonstruktion etwas beabstandet von dem Gehäuse angebracht, verläuft jedoch längsbeweglich durch vier an dem Gehäuse vorgesehenen Gleitlager.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch. Es zeigen:

Fig. 1 Draufsicht auf einen Excimer-Laserkopf mit einer diesen umgebenden Rahmenkonstruktion, sowie

Fig. 2 vergrößerte Darstellung eines Endteils eines Excimer-Laserkopfes mit Rahmenkonstruktion.

In Fig. 1 ist ein Gesamtquerschnitt durch einen Excimer-Laserkopf mit Rahmenkonstruktion dargestellt. Das laseraktive Medium wird umgeben von einem Gehäuse 1, das aus den Längsgehäusewänden 12 und 13 sowie den Stirnplatten 14 und 15 besteht. In den Stirnplatten 14 und 15 ist jeweils eine Öffnung 16, 17 vorgesehen, durch die der Laserstrahl extrakavitär aus dem Gehäuse austritt.

Das Gehäuse 1 wird von einer Rahmenkonstruktion 2 umgeben, die aus zwei Längsstreben 21 und 22 sowie zwei Kopfverbindungsstreben 23 und 24 zusammengesetzt ist. An den Kopfverbindungsstreben 23 und 24 sind die Resonatorspiegel 31 und 32 lösbar fest angebracht. Als gasdichte Verbindungselemente zwischen dem Gehäuse 1 und der Rahmenkonstruktion 2 sind jeweils ein Verbindungselement 41, 42 vorgesehen.

Die Rahmenkonstruktion 2 ist über zwei Fixierstellen 51, 52 mit dem Gehäuse 1 fixiert. Die Fixierstellen 51, 52 sind in etwa mittig zum Gehäuse vorgesehen und als Paßstifte ausgebildet, die gehäuseseitig angebracht sind und in Paßöffnungen innerhalb der Rahmenkonstruktion hineinragen. Die in den Längsstreben 21 und 22 vorgesehenen Paßöffnungen erlauben ein Durchgleiten der Paßstifte senkrecht zur Erstreckung der Längsstreben, so daß etwaige Gehäuseausdehnungen die Form der Längsstreben unbeeinflusst lassen.

Da die Fixierstellen 51, 52 inmitten des Gehäuses 1 vorgesehen sind, werden jegliche Längenausdehnungseffekte des Gehäuses lateral zur Gehäuseoberfläche kompensiert. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß keine Kraftmomente von dem Gehäuse durch mögliche thermische Ausdehnungseffekte auf die Rahmenkonstruktion übertragen werden.

In Fig. 2 geht eine detaillierte Querschnittsdarstellung durch einen Endbereich der Rahmenkonstruktion hervor. Aus der Teildarstellung ist zu sehen, daß die Längsstreben 21 und 22 von der Längsgehäusewand 12 und 13 beabstandet sind. Lediglich an den Endbereichen des Gehäuses 1 sind an diesen Gleitlager 61, 62 vorgesehen, durch die die Längsstreben 21, 22 längsbeweglich gelagert sind. Ebenso ist der Figur 2 zu entnehmen, daß das Verbindungselement 42 einerseits zur Öffnung 17 des Gehäuses 1 sowie andererseits zur Kopfverbindungsstrebe im Bereich des Resonatorspiegels 32 mittels Radialdichtungen 7 abgedichtet ist. Die Radialdichtungen 7 kompensieren eine Längenausdehnung des Gehäuses in Erstreckung des Verbindungselementes 42 und erlauben überdies eine Kompensation von möglichen Kraftmomenten, die durch Verkippen des Verbindungselementes 41 relativ zur Öffnung

17 auftreten können. Im besonderen ist das Verbindungselement als Wellenschlauch ausgebildet und verfügt damit über eine erhöhte Flexibilität in nahezu allen Raumrichtungen.

Durch die vorstehend genannten konstruktiven Maßnahmen ist es möglich, eine extrakavitäre Resonatorspiegel-Anordnung ohne zusätzliche Durchgangsfenster im Resonatorgehäuse zu realisieren.

28.09.97

AHO 97/01 R

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Gehäuse
12, 13	Längsgehäusewand
14, 15	Stimplatte
2	Rahmenkonstruktion
16, 17	Öffnung
21, 22	Längsstrebe
23, 24,	Kopfverbindungsstrebe
31, 32	Resonatorspiegel
41, 42	Verbindungselement
51, 52	Fixierstelle
61, 62	Gleitlager
7	Radialdichtungen

SCHUTZANSPRÜCHE

1. Resonatorspiegelhaltevorrichtung für einen Laser mit einem vorzugsweise gasförmigen, laseraktivem Medium, das von einem Gehäuse umgeben ist und wenigstens in Strahlausbreitungsrichtung zwei in der Gehäusewandung gegenüberliegende Öffnungen aufweist, durch die der Laserstrahl hindurchtritt und auf, jeweils einen den Öffnungen außerhalb des Gehäuses nachgeordneten Resonatorspiegel auftrifft,

dadurch **gekennzeichnet**, daß eine das Gehäuse umgebende Rahmenkonstruktion vorgesehen ist, die weitgehend bewegungsinvariant am Gehäuse befestigt ist, daß die Resonatorspiegel auf gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses mit der Rahmenkonstruktion fest verbunden und vom Gehäuse beabstandet angeordnet sind, und daß zwischen den Öffnungen und dem jeweiligen Resonatorspiegel je ein Verbindungselement vorgesehen ist, das das Gehäuse gasdicht mit dem Resonatorspiegel ohne Übertragung von Kraftmomenten verbindet.

2. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Rahmenkonstruktion wenigstens zwei an dem Gehäuse gegenüberliegende Fixierstellen aufweist.

3. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Fixierstellen als Paßstifte ausgebildet sind, die fest mit dem Gehäuse verbunden sind und längsbeweglich in die Rahmenkonstruktion hineinragen.

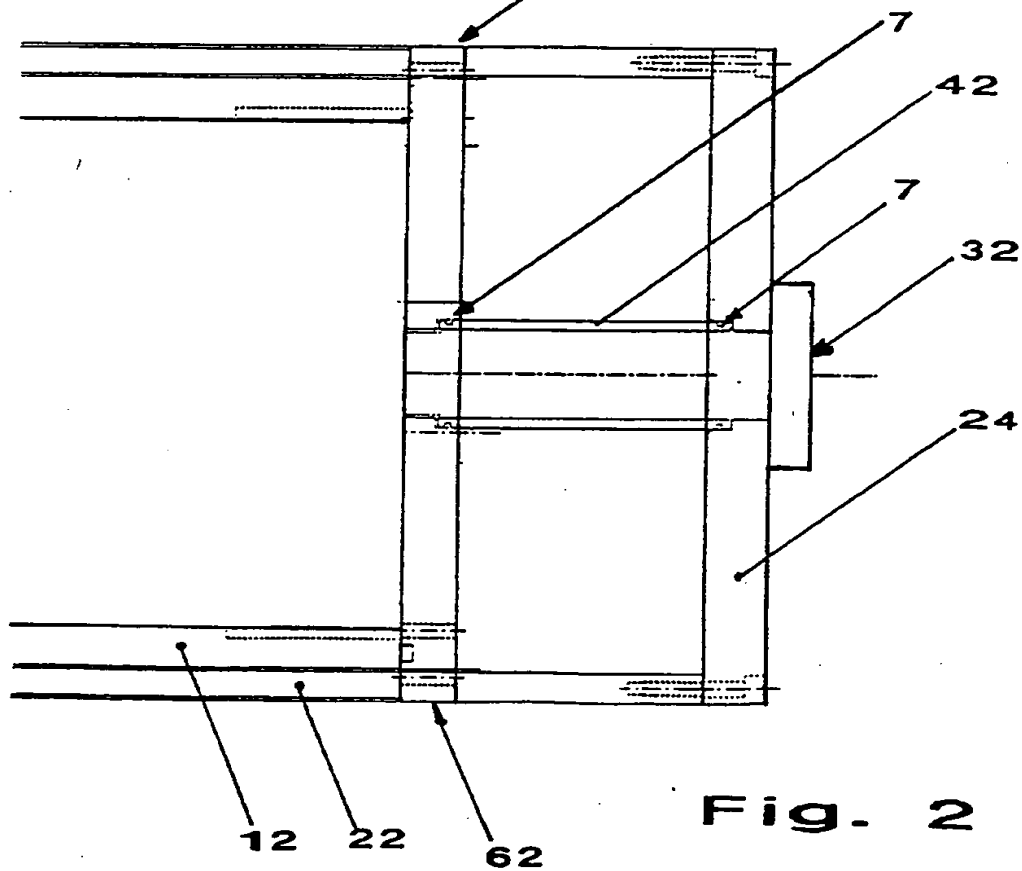
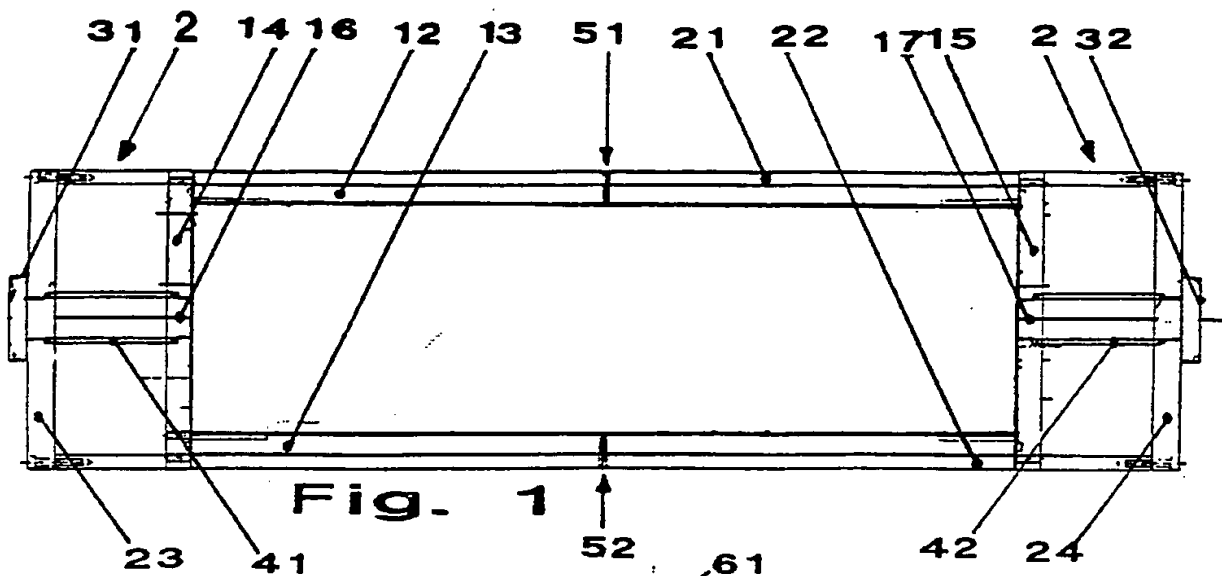
4. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Rahmenkonstruktion aus zwei parallel verlaufenden Längsstreben, die seitlich neben dem Gehäuse verlaufen, und zwei Kopfverbin-

ungsstreben, in denen jeweils die Resonatorspiegel angeordnet sind, zusammengesetzt ist.

5. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Längsstreben und/oder die Kopfverbindungsstreben aus Invar gefertigt sind.
6. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Längsstreben längsbeweglich in Gleit- oder Kugellager am Gehäuse geführt sind.
7. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Längsstreben normal zum Gehäuse beabstandet sind.
8. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Verbindungsgelelement tubusförmig ausgestaltet ist und über Radialdichtungen einerseits mit dem Gehäuse an der Öffnung und andererseits mit der Rahmenkonstruktion am Resonatorspiegel befestigt ist.
9. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Verbindungsgelelement als Wellenschlauch ausgebildet ist.
10. Resonatorspiegelhaltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Laser ein Excimer-Gas-Laser ist.

03.09.97



Resonator arrangement for a laser**Resonator mirror holding device for a laser having a lasing material**

5

Description

The invention relates to a resonator mirror holding device for a laser having a preferably gaseous lasing material being
10 surrounded by a housing and comprising at least in the direction of propagation of the beam two openings opposing in the housing wall and through which openings the laser beam passes and impinges upon a resonator mirror which is arranged downstream each of the openings outside the housing.

15

As to the structural design of resonators, it should be seen to it that the resonator mirrors are mounted such that the relative mutual position of the resonator mirrors remains as uninfluenced as possible in spite of thermal expansion effects.
20 A multitude of suggested solutions is known which concern as well intra-cavity mirror arrangements as extra-cavity resonator mirror arrangements.

In the case of extra-cavity mounted resonator mirrors, through
25 windows, for example Brewster plates, are mounted at both sides of the resonator housing with respect to the direction of the beam, which windows serve for sealing the lasing material inside the resonator housing against the outer environment. In the optical beam path, these through windows present lossy
30 optical surfaces, whereby the performance characteristics of the laser system are affected to a certain degree.

In particular in excimer lasers, distinct effects of expansion of the housing occur which are caused by the operating
35 conditions present inside the housing, wherein the lasing gas is pressurized with a high pressure of about 4 bar and experiences a temperature of up to 100°C.

The invention is based on the problem to provide a resonator mirror holding device, wherein the resonator mirror is decoupled with regard to any expansion effects of the housing, and moreover no lossy through windows are required as are usual with extra-cavity mounted resonator mirrors.

The solution to the problem underlying the invention is indicated in claim 1. Features which advantageously further develop the spirit of the invention are subject matter of the subclaims.

According to the present invention there is provided a resonator mirror holding device for a laser, preferably an excimer laser having a lasing material being surrounded by a housing and comprising at least in the direction of propagation of the beam two openings opposing in the housing wall and through which openings the laser beam passes and impinges upon a resonator mirror which is arranged downstream each of the openings outside the housing, built such that there is provided a frame assembly surrounding the housing and being attached to the housing in a largely motion-invariant way, that the resonator mirror is tightly fixed to the frame assembly and located spaced from the housing at opposing sides of the housing, and that a connection member is provided between each of the openings and the corresponding resonator mirror, connecting the housing to the resonator mirror in a gastight way, without transferring any moments of force.

The invention is based on the idea to attach around the housing, decoupled from any expansion effects of the resonator housing, a frame assembly to which each of the resonator mirrors is mounted relative to the direction of propagation of the beam. A corresponding spacing of the frame assembly with respect to the housing enables the resonator mirror to present a constant distance relative to the optical beam path, in spite of a possible expansion of the housing.

Moreover, it is an essential advantage of the invention that a

connection member connecting the opening of the housing to the resonator mirrors in a gastight way is respectively provided instead of the usual use of through windows, each sealing the housing surrounding the active laser material in a gastight way at one of its ends, without an intermediate window being present.

Therein, it is an advantage that the connection members are connected to the housing on the one hand and to the frame assembly at the location of the resonator mirror on the other hand via radial seals. The radial seals enable a compensation of the expansion of the housing lengthwise to the connection member without the connection member transferring any force moments to the frame assembly or the resonator mirrors, respectively.

The frame assembly essentially consists of two parallel extending longitudinal braces preferably made of invar and are at each of their ends connected to each other via head connection braces to which the resonator mirror is respectively connected.

The frame assembly is at at least two fixing points connected to the housing in such a way that two fitting pins being tightly mounted to the housing extend through two openings provided in the frame assembly, so that the fitting pins are running in bearings to be longitudinally moveable. This way, it can be excluded that force transmitting moments due to expansion effects of the housing are transferred onto the frame assembly.

For the same reason, the frame assembly is spaced apart from the housing, however it extends through four sliding bearings provided at the housing to be longitudinally moveable.

In the following, the invention will be exemplary, without any restriction of the general spirit of the invention, by means of embodiments and referring to the drawings, wherein:

Fig. 1 shows a plan view of an excimer laser head having a frame assembly surrounding the same, as well as

5 Fig. 2 shows an enlarged view of the end portion of an excimer laser head having a frame assembly.

Fig. 1 depicts a total cross section of an excimer laser head having a frame assembly. The lasing material is surrounded by a housing 1 consisting of the longitudinal housing walls 12 and 13 as well as of front plates 14 and 15. In each front plate 14 and 15, an opening 16, 17, respectively, is provided through which the laser beam leaves the housing in an extra-cavity way.

15 The housing 1 is surrounded by a frame assembly 2 assembled of two longitudinal braces 21 and 22 as well as of two head connection braces 23 and 24. The resonator mirrors 31 and 32 are releasably tightly attached to the head connection braces 23 and 24. A connection member 41, 42 is respectively provided between the housing 1 and the frame assembly 2 as a gastight connection member.

25 The frame assembly 2 is fixed to the housing 1 via two fixing points 51, 52. The fixing points 51, 52 are provided to be about on center with respect to the housing and to be fitting pins which are mounted on the side facing the housing and which protrude into fitting openings inside the frame assembly. The fitting openings provided in the longitudinal braces 21 and 22 permit a sliding-through of the fitting pins perpendicular to the extension of the longitudinal braces, so that any possible expansions of the housing leave the shape of the longitudinal braces uninfluenced.

35 Since the fixing points 51, 52 are provided in the middle of the housing 1, any effects of longitudinal expansion of the housing along a direction lateral to the surface of the housing are compensated. This guarantees that no force moments from the housing are transferred onto the frame assembly through possible thermal expansion effects.

From fig. 2 follows a detailed cross sectional representation of the end region of the frame assembly. It is obvious from the partial representation that the longitudinal braces 21, 22 are spaced from the longitudinal housing wall 12 and 13. Merely in the end regions of the housing 1, sliding bearings 61, 62 are provided at the same, through which the longitudinal braces 21, 22 run in bearings to be longitudinally moveable. As well, it can be gathered from figure 2 that the connection member 42 is sealed by means of radial seals 7 toward the opening 17 of the housing 1 on the one hand as well as to the head connection brace in the region of the resonator mirror 32 on the other hand. The radial seals 7 compensate a longitudinal expansion of the housing in extension of the connection member 42 and furthermore permit a compensation of possible force moments that can occur due to a tilting of the connection member 41 relative to the opening 17. In particular, the connection member is built to be a corrugated hose and hence disposes of an enhanced flexibility into almost all spatial directions.

The above mentioned design measures enable the realisation of an extra-cavity resonator mirror arrangement without any additional through windows in the resonator housing.

Legend of figures

	1	housing
	12, 13	longitudinal housing wall
5	14, 15	front plate
	2	frame assembly
	16, 17	opening
	21, 22	longitudinal brace
	23, 24	head connection brace
10	31, 32	resonator mirror
	41, 42	connection member
	51, 52	fixing point
	61, 62	sliding bearing
	7	radial seal
15		

Protection claims

1. Resonator mirror holding device for a laser having a preferably gaseous lasing material being surrounded by a housing and comprising at least in the direction of propagation of the beam two openings opposing in the housing wall and through which openings the laser beam passes and impinges upon a resonator mirror which is arranged downstream each of the openings outside the housing,
characterized in that there is provided a frame assembly surrounding the housing and being attached to the housing in a largely motion-invariant way, that the resonator mirror is tightly fixed to the frame assembly and located spaced from the housing at opposing sides of the housing, and that a connection member is provided between each of the openings and the corresponding resonator mirror, connecting the housing to the resonator mirror in a gastight way, without transferring any moments of force.
2. Resonator mirror holding device according to claim 1,
characterized in that the frame assembly comprises at least two fixing points opposing at the housing.
3. Resonator mirror holding device according to claim 2,
characterized in that the fixing points are built to be fitting pins which are tightly connected to the housing and which protrude into the frame assembly, therein being longitudinally moveable.
4. Resonator mirror holding device according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the frame assembly is assembled of two parallel extending longitudinal braces extending at the sides of the housing and two head connection braces, in each of which a resonator mirror of the resonator mirrors is arranged.
5. Resonator mirror holding device according to claim 4,
characterized in that the longitudinal braces and/or the head connection braces are made of invar.

6. Resonator mirror holding device according to claim 4 or 5, **characterized in that** the longitudinal braces are guided at the housing to be longitudinally moveable in sliding or ball bearings.

5

7. Resonator mirror holding device according to any of claims 4 to 6, **characterized in that** the longitudinal braces are spaced normal to the housing.

10

8. Resonator mirror holding device according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the connection member is built to be tubular and is mounted via radial seals on the one hand to the housing at the opening and on the other hand to the frame assembly at the resonator mirror.

15

9. Resonator mirror holding device according to claim 8, **characterized in that** the connection member is built to be a corrugated hose.

20

10. Resonator mirror holding device according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the laser is an excimer gas laser.